

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-184976

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl. G02B 13/00
G02B 13/18
G02B 26/10

(21)Application number : 07-352895

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1995

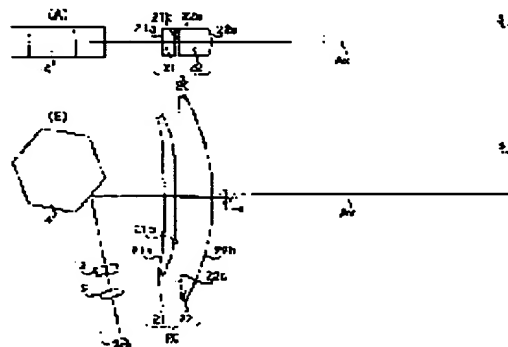
(72)Inventor : IIZUKA TAKAYUKI

(54) SCANNING LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning lens which has a function to correct curvature of field in both horizontal and vertical scanning directions with one lens surface and can be shaped to have an axis of rotation facilitating the formation of the surface.

SOLUTION: An f θ lens 20 is constituted by arraying a 1st lens 21 and a 2nd lens 22 in order from a polygon mirror 4 to a drawing plane 5. At least the lens surface 21a of the 1st lens 21 on the side of the polygon 4 is a deformed toric surface defined as the track formed by rotating at least a nonarcuate curve in a horizontal scanning surface on an axis of rotation crossing the optical axis at a right angle in a main scanning surface, and has negative power in the vertical scanning direction. The surface 22a of the 2nd lens 22 on the side of the polygon mirror 4 is a cylindrical surface which has negative power only in the vertical scanning direction and the surface 22b on the side of the driving surface 5 is a toric surface which has positive power in the both horizontal and vertical scanning direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 29.07.2002

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-184976

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| G 0 2 B 13/00 | | | G 0 2 B 13/00 | |
| 13/18 | | | 13/18 | |
| 26/10 | 1 0 3 | | 26/10 | 1 0 3 |

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-352895

(22) 出願日 平成7年(1995)12月28日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 飯塚 隆之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

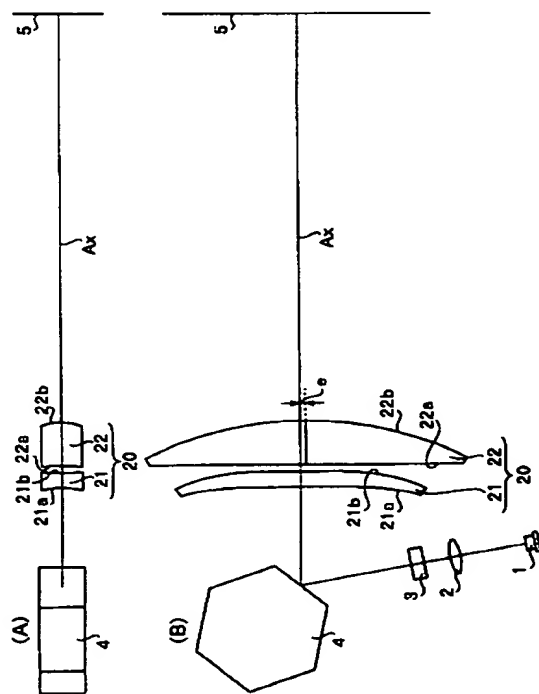
(74) 代理人 弁理士 松岡 修平

(54) 【発明の名称】 走査レンズ

(57) 【要約】

【課題】 従来の変形シリンダー面は、専ら副走査方向の像面湾曲を補正機能しか持たず、また、回転軸を持たない面であるため製造が困難であるという問題がある。

【解決手段】 $f\theta$ レンズ 20 は、ポリゴンミラー 4 側から描画面 5 側に向けて順に、第 1 レンズ 21 と第 2 レンズ 22 とが配列して構成される。第 1 レンズ 21 は、少なくともポリゴンミラー 4 側のレンズ面 21a が主走査面内の非円弧曲線を主走査面内で光軸と直交する回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面であり、副走査方向に負のパワーを有する。第 2 レンズ 22 は、ポリゴンミラー 4 側の面 22a が副走査方向にのみ負のパワーを持つシリンдриカル面、描画面 5 側の面 22b が主走査、副走査両方向に正のパワーを持つトーリック面である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】偏向器と走査対象面との間に配置され、光源から発して前記偏向器の近傍に主走査面内で線状に結像された光束を、前記偏向器により偏向された後に前記走査対象面上に結像させる走査レンズにおいて、少なくとも 1 つのレンズ面は、主走査面内の非円弧曲線を、光軸と直交し前記主走査面内に位置する回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面であり、前記変形トーリック面は、その副走査方向のパワーが、走査範囲の中心部から中間部に向けて正のパワーを付加する方向に変化し、中間部から周辺部に向けて負のパワーを付加する方向に変化するように形成されていることを特徴とする走査レンズ。

【請求項 2】前記変形トーリック面は、副走査方向の負のパワーを有し、前記非円弧曲線と前記回転軸との距離が、主走査方向の走査範囲の中心部から中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減することを特徴とする請求項 1 に記載の走査レンズ。

【請求項 3】前記偏向器側から順に配置された第 1 レンズと第 2 レンズとから構成され、前記変形トーリック面は、前記第 1 レンズの前記偏向器側の面に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の走査レンズ。

【請求項 4】前記変形トーリック面の主走査面内の形状は、光軸付近では凸となり、中間部では凹となることを特徴とする請求項 2 または 3 のいずれかに記載の走査レンズ。

【請求項 5】偏向器により偏向された光束を走査対象面上に結像させる走査レンズにおいて、少なくとも 1 つのレンズ面が、主走査面内の非円弧曲線を光軸と直交し前記主走査面内に位置する回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面であることを特徴とする走査レンズ。

【請求項 6】前記非円弧曲線と前記回転軸との距離が、主走査方向の走査範囲の中心部から中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減することを特徴とする請求項 5 に記載の走査レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザープリンター等の走査光学系に用いられる走査レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】レーザープリンター等に用いられる走査光学系は、光源から発した光束を副走査方向にのみパワーを持つシリンドリカルレンズによりポリゴンミラーの近傍で線状に結像させ、ポリゴンミラーにより反射偏向された光束を走査レンズである $f\theta$ レンズにより感光体ドラム等の走査対象面上に結像させる。走査レンズに入射する光束は主走査方向にはほぼ平行光であるが、副走査方向には発散しているため、走査レンズは副走査方向において主走査方向におけるより強い正のパワーを持つ

必要がある。

【0003】このような走査レンズを球面および正トーリック面のみで構成した場合には、光軸から離れて主走査方向の周辺部に向かう光線ほど副走査方向において強い正のパワーを受けるため、周辺部で副走査方向の結像点がポリゴンミラー側に引き寄せられ、図 5(A) に示されるような二次曲線的な像面湾曲が発生する。像面湾曲が存在すると走査対象面上でのスポット径が変化するため、描画精度を高めるためには像面湾曲を小さく抑える必要がある。

【0004】このような副走査方向の像面湾曲を補正するため、従来のアナモフィックな走査レンズは、負シリンドリカル面と正トーリック面とを組み合わせて使用している。例えば、最も像側の面を正のトーリック面とし、このトーリック面を有するレンズの偏向器側の面をシリンドリカル面とした場合には、副走査方向の周辺部の結像点を中心部に対して相対的にレンズから遠ざけることができるが、より高次の 4 次曲線的な湾曲が発生するため、副走査方向の像面湾曲は図 5(B) に示されるような M 字状となる。図 5(A)、(B) を比較すると、(B) の方が収差量は少なくなっているが、より高い描画精度が要求される場合には、上記の負シリンドリカル面と正トーリック面との組み合わせによる補正のみでは不十分となる。

【0005】特開平 2-146017 号公報には、副走査方向の曲率半径が主走査方向の中心部から中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減する変形シリンドリカル面を備えた走査レンズが開示される。このような変形シリンドリカル面を用いれば、上記の M 字状の像面湾曲をより平坦に補正することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した公報に記載された変形シリンドリカル面は、主走査方向にはパワーを持たないため、専ら副走査方向の収差補正機能のみを有し、主走査方向の像面湾曲に関しては別のレンズ面で補正する必要がある。

【0007】また、上記の変形シリンドリカル面は、回転軸を持たない面であるため、レンズ成型を旋盤により作成することができず、バイトを 3 次的に駆動するより高度な工作機械を使用して加工する必要があり、加工コストが高いという問題がある。

【0008】この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、1 つのレンズ面で主走査、副走査両方向の像面湾曲を補正する作用を有すると共に、この面を作成が容易な回転軸を持つ形状とすることができる走査レンズを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる走査レンズは、上述した目的を達成させるため、走査レンズを構成するレンズの少なくとも 1 つのレンズ面を、主走査

10

20

30

40

50

面内の非円弧曲線を光軸と直交し主走査面内に位置する回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面としたことを特徴とする。この変形トーリック面は、その副走査方向のパワーが、走査範囲の中心部から中間部に向けて正のパワーを付加する方向に変化し、中間部から周辺部に向けて負のパワーを付加する方向に変化するように形成されている。

【0010】上記の変形トーリック面を定義する非円弧曲線は、主走査面内で湾曲しているため、この面に主走査方向のパワーをもたせることができ、変形トーリック面1面で主走査、副走査両方向の像面湾曲を補正することができる。また、変形トーリック面は回転軸を持つ面であるため、このレンズ面を作成するためのレンズ型を旋盤により加工することができる。

【0011】変形トーリック面は、副走査方向に負のパワーを持つ凹面として形成されることができる。この場合、上記の非円弧曲線は、回転軸との距離が主走査方向の走査範囲の中心部から中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減するような湾曲を有する。また、走査レンズを偏向器側から順に配置された第1レン

ズと第2レンズとから構成した場合、変形トーリック面を第1レンズの偏向器側の面に形成することができる。

【0012】変形トーリック面の主走査面内の形状は、光軸付近では凸となり、中間部では凹となるよう形成することができる。これにより、主走査方向の像面湾曲を補正することができる。

【0013】
【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる走査レンズの実施形態を説明する。この発明にかかる走査レンズは、例えば図1に示されるように、レーザープリンター等の走査光学系の結像光学系として使用される。図1(A)は副走査断面、(B)は主走査断面を示す。

【0014】半導体レーザー等の光源1から発してコリメートレンズ2により平行光束とされたレーザー光は、副走査方向にのみパワーを持つシリンドリカルレンズ3を介してポリゴンミラー4に入射し、ポリゴンミラー4で走査、偏向されて走査レンズである2枚構成のf θ レンズ20を介して走査対象面である描画面5上に結像する。

【0015】シリンドリカルレンズ3は、光源1から発する光束をポリゴンミラー4のミラー面の近傍で線状に結像させるために副走査方向に正のパワーを有する。f θ レンズ20は、副走査方向においてミラー面近傍で線状に結像された光束を像面上にほぼ円形のスポットとして再結像させる。このようにミラー面と像面とを副走査方向においてほぼ共役とすることにより、ポリゴンミラー4の面倒れ誤差による走査線ズレを低減させることができる。

【0016】f θ レンズ20は、ポリゴンミラー4側から描画面5側に向けて順に、プラスチック製の第1レン

ズ21と、ガラス製の第2レンズ22とが配列して構成される。第2レンズ22は、その光軸が走査光学系全体の光軸Axに対してシリンドリカルレンズ3側にeだけ平行にシフトするよう偏心して配置されている。

【0017】光源1からポリゴンミラー4に入射する光束の中心軸とf θ レンズ20の光軸とのなす角度が所定の値より大きくなると、副走査方向の像面湾曲が主走査方向に光軸を境として非対称に変化する。第2レンズ22を上記のように偏心させることにより、像面湾曲の非対称性を低減し、副走査方向の像面湾曲のパターンをより対称な形に近付けることができる。

【0018】第1レンズ21のポリゴンミラー4側のレンズ面21aは、主走査面内の非円弧曲線を光軸と直交し主走査面内に位置する回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面であり、第1レンズ21は全体として副走査方向に負のパワーを有する。第2レンズ22のポリゴンミラー4側の面22aは、副走査方向にのみ負のパワーを持つシリンドリカル面であり、描画面5側の面22bは、主走査、副走査両方向に正のパワーを持つトーリック面である。第2レンズ22は、全体として主走査、副走査両方向に正のパワーを有する。

【0019】この構成では、第2レンズ22が主走査、副走査両方向の主たるパワーを負担すると共に、副走査方向の像面湾曲を補正する機能を有しており、第1レンズ21が主走査方向の像面湾曲を補正する機能と、第2レンズ22で補正しきれない副走査方向の像面湾曲を補正する機能とを備えている。

【0020】プラスチックレンズは、射出成形により形成されるため複雑な形状であっても容易に作成することができるが、反面、温度や湿度の変化によるパワーの変化が比較的大きい。ガラスレンズは、温度等の変化によるパワーの変化は極めて少ないが、複雑な形状の加工は比較的難しい。図1のf θ レンズ20は、変形トーリック面のような複雑な形状の面をプラスチック製の第1レンズ21に持たせると共に、この第1レンズ21にはパワーを殆ど負担させずに専ら収差補正機能を持たせ、ガラス製の第2レンズ22を比較的加工の容易な面により構成すると共に、この第2レンズ22に専らパワーを負担させている。これにより、複雑な面形状を容易に加工できると共に、温度等の変化によるパワーの変化を小さく抑えることができる。

【0021】次に、上記のf θ レンズ20による像面湾曲の補正作用について説明する。第2レンズ22のシリンドリカル面22aに入射する光束は、入射角度が大きいほど副走査方向における負のパワーを大きく受けるため、主走査方向の周辺部に向かう光束ほど結像点がf θ レンズ20から遠ざかる方向にシフトする。ただし、第2レンズ22による補正作用のみでは、副走査方向の像面湾曲は図5(B)に示したようなM字状の湾曲として残

存する。

【0022】第1レンズ21の変形トーリック面21aは、この残存する副走査方向の像面湾曲をより小さく抑える作用を有している。変形トーリック面21aは、図2に示されるように、太線で示した主走査面内の非円弧曲線CAを主走査面内に位置して光軸Axと垂直な直線である回転軸Rx回りに回転させた軌跡として定義される。図中、光軸Axの矢印は、光束の進行方向、すなわち描画面6が位置する方向を示している。

【0023】非円弧曲線CAは、近軸曲率半径で定義されるベースカーブCBに非球面量を付加することにより得られる曲線であり、回転軸Rxとの距離が主走査方向の走査範囲の中心部から中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減するような湾曲を有する。このような湾曲を有する非円弧曲線CAを回転させた軌跡として得られる変形トーリック面は、副走査方向においては、その曲率半径が光軸Axから主走査方向の中間部に向けて漸増し、中間部から周辺部に向けて漸減する形状となり、主走査面内においては、中心部ではベースカーブCBに規定される凸形状、周辺部では非球面量付加による凹形状を呈する。

【0024】変形トーリック面21aが、主走査面に対して垂直で光軸Axに対して平行な平面となす交線は円弧であり、この円弧の中心部(光軸上)における曲率半径をRZC、中心部側の中間部における曲率半径をRZM1、周辺部側の中間部における曲率半径をRZM2、周辺部の曲率半径をRZPとしたとき、 $RZC < RZM1$ 、 $RZM2 > RZP$ の関係を満たす。したがって、変形トーリック面21aは、主走査方向の中心部と周辺部との光束に対して副走査方向においてより強い負のパワーを作用させ、中間部において比較的小さい負のパワーを作用させる。

【0025】ここで、第2レンズ22による補正の結果残存する像面湾曲が図5(B)に示されるような特性を持つ場合、主走査方向の中心部と周辺部とにおいてfθレンズ側にシフトしている中心部と周辺部との結像点をレンズから遠ざかる方向に大きくシフトさせ、中間部の像点を同方向に小さくシフトさせる。このシフト量の違いにより、図5(B)に示されるM字状の像面湾曲をより平坦に補正することができる。

【0026】また、変形トーリック面21aの主走査方向の湾曲は、主走査方向の周辺部でレンズに近づく方向にシフトする主走査方向の像点をレンズから遠ざける作用を持ち、主走査方向の像面湾曲を同時に補正することができる。

【0027】

【実施例】以下、この発明の具体的な数値構成例を2例説明する。

【0028】

【実施例1】図1は、実施例1にかかるfθレンズを適用した走査光学系を示し、その具体的構成は表1に示さ

れる。表中の記号Ryは主走査方向の曲率半径、Rzは副走査方向の曲率半径(回転対称面の場合には省略)、dは面間の光軸上の距離、nはレンズの屈折率である。

【0029】表中、第1、第2面がシリンдриカルレンズ3、第3面がポリゴンミラー4のミラー面、第4、第5面がfθレンズ20の第1レンズ21、第6、第7面が第2レンズ22を示す。

【0030】実施例1では、第1レンズ21のポリゴンミラー側の面21aが上述の変形トーリック面として形成されている。ここでは、変形トーリック面の軌跡を形成する主走査面内の非円弧曲線CAを定義することにより変形トーリック面の形状を定義する。非円弧曲線CAは、光軸からの主走査方向の高さがYとなる非円弧曲線CA上の座標点の非円弧曲線の光軸上での接線からの距離(サグ量)をX、非円弧曲線の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次の非円弧係数をA4、A6、A8として、以下の式で表される。なお、表1における変形トーリック面の曲率半径は、光軸上の曲率半径であり、これらの面の円錐係数、非円弧係数は表2に示される。

【0031】

【数1】 $X = CY^2 / (1 + \sqrt{1 - ((1+K)C^2 Y^2)}) + A4Y^4 + A6Y^6 + A8Y^8$

【0032】例えば、第4面(第1レンズ21のポリゴンミラー側の面21a)は、上記の式により定義される非円弧曲線CAを、この曲線CAと光軸Axとの交点から50mmポリゴンミラー側で光軸と垂直に交差する主走査面内の回転軸Rxを中心に回転させた軌跡として規定される。また、第5面(第1レンズ21の描画面側の面21b)は、副走査方向の負のパワーが主走査方向の中心部から周辺部に向けて単調に弱くなる面であり、上記の変形トーリック面の定義と同様に非円弧曲線CAを、この曲線と光軸Axとの交点から180.6mm描画面側で光軸と垂直に交差する主走査面内の回転軸Rxを中心に回転させた軌跡として定義できる。

【0033】

【表1】

| 面番号 | Ry | Rz | d | n |
|-----|----------|---------|---------|---------|
| 1 | ∞ | 17.880 | 4.000 | 1.51072 |
| 2 | ∞ | - | 33.500 | |
| 3 | ∞ | - | 31.500 | |
| 4 | 536.100 | -50.000 | 5.460 | 1.48617 |
| 5 | -385.760 | 180.600 | 2.000 | |
| 6 | ∞ | -70.000 | 14.500 | 1.51072 |
| 7 | -95.000 | -13.560 | 131.540 | |

【0034】

【表2】

| 第4面 | 第5面 |
|--------------------------------|--------------------------------|
| K = 5.200 | K = 22.00 |
| A4 = -4.540 × 10 ⁻⁶ | A4 = -3.250 × 10 ⁻⁶ |

7

$$A6 = 1.882 \times 10^{-9}$$

$$A8 = -2.910 \times 10^{-13}$$

$$A6 = 7.220 \times 10^{-10}$$

$$A8 = 0.000$$

【0035】図3は、実施例1の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)像面湾曲(M：主走査方向、S：副走査方向)を示す。各グラフの縦軸は像高(描画面5での光軸からの主走査方向の距離)、横軸は各収差の発生量であり、単位は全てmmである。なお、実施例1における第2レンズ22の偏心率eは1.36mmであり、これにより像面も1.00mmマイナス側にシフトしている。図3の各収差図は、シフト後の像面の中心を原点(主走査方向の中心点)として表示している。

【0036】

【実施例2】表3、表4は、実施例2にかかる走査レンズを適用した走査光学系の数値構成を示す。面番号とレンズの対応等は実施例1と同一である。実施例2では、第1レンズ21のポリゴンミラー側の面21a(第4面)が上述の変形トーリック面として形成されている。第1レンズ21の描画面側の面21b(第5面)は、前記の式により定義される非円弧曲線を副走査方向に光軸と垂直にスライドさせた軌跡として定義される面であり、主走査方向にのみパワーを持ち、副走査方向にはパワーを持たない。

【0037】

【表3】

| 面番号 | Ry | Rz | d | n |
|-----|----------|----------|---------|---------|
| 1 | ∞ | 17.880 | 4.000 | 1.51072 |
| 2 | ∞ | - | 33.500 | |
| 3 | ∞ | - | 32.980 | |
| 4 | 512.800 | -37.130 | 5.010 | 1.48617 |
| 5 | -326.400 | ∞ | 2.000 | |
| 6 | ∞ | -76.900 | 15.500 | 1.51072 |
| 7 | -99.770 | -14.000 | 130.978 | |

【0038】

【表4】

| 第4面 | 第5面 |
|-----------|-----------|
| K = 8.000 | K = 16.80 |

8

$$A4 = -4.030 \times 10^{-6}$$

$$A6 = 1.360 \times 10^{-9}$$

$$A8 = -1.940 \times 10^{-13}$$

$$A4 = -2.920 \times 10^{-6}$$

$$A6 = 4.200 \times 10^{-10}$$

$$A8 = 0.000$$

【0039】図4は、実施例2の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)像面湾曲を示す。実施例2における第2レンズ22の偏心率eは1.32mmであり、これにより像面も0.97mmマイナス側にシフトしている。図4の各収差図は、シフト後の像面の中心を原点として表示している。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、変形トーリック面により主走査、副走査両方向の収差を補正することができ、少ない面数で収差、特に副走査方向の像面湾曲を良好に補正することが可能になる。また、この変形トーリック面は、回転軸を持つ面であるため、レンズ成形型を旋盤により作成することができ、加工コストを低く抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1にかかる走査レンズを適用した走査光学系の要部を示すレンズ図であり、(A)が副走査断面の説明図、(B)が主走査断面の説明図である。

【図2】 第1レンズの変形トーリック面の形状を示す説明図である。

【図3】 実施例1の走査光学系の収差図であり、(A)が直線性誤差、(B)が像面湾曲を示す。

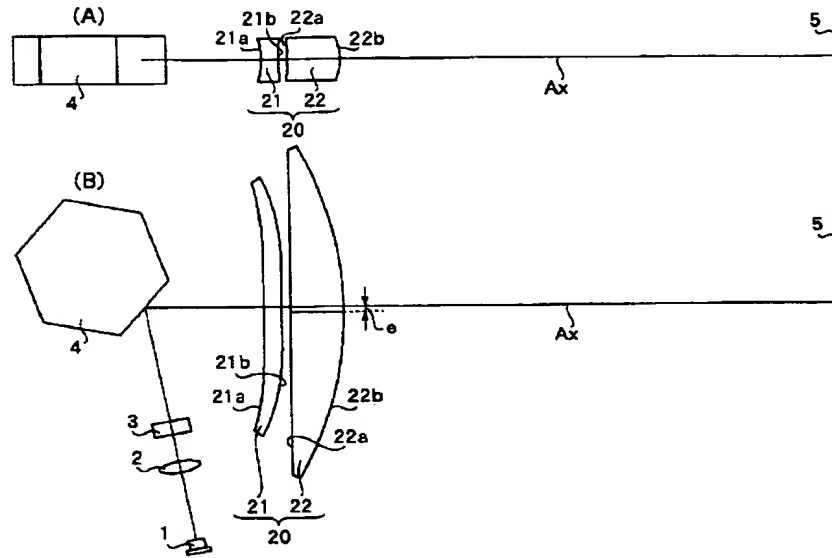
【図4】 実施例2の走査光学系の収差図であり、(A)が直線性誤差、(B)が像面湾曲を示す。

【図5】 従来の走査光学系における副走査方向の像面湾曲のパターンを示すグラフである。

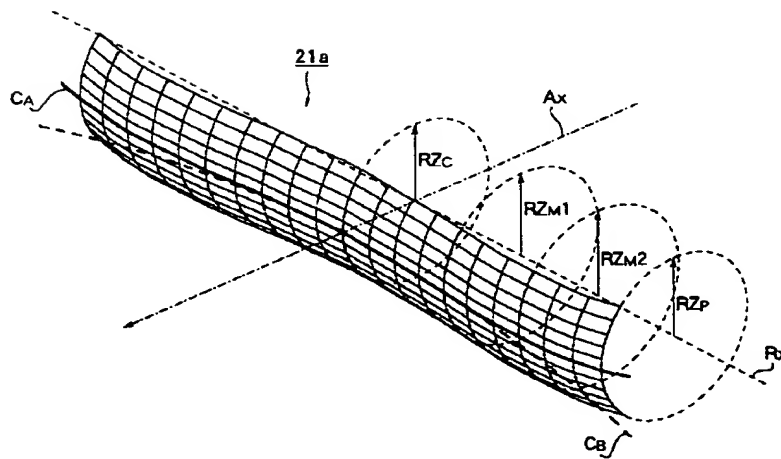
【符号の説明】

- 4 ポリゴンミラー
- 5 描画面
- 20 fθレンズ
- 21 第1レンズ
- 22 第2レンズ

【図1】



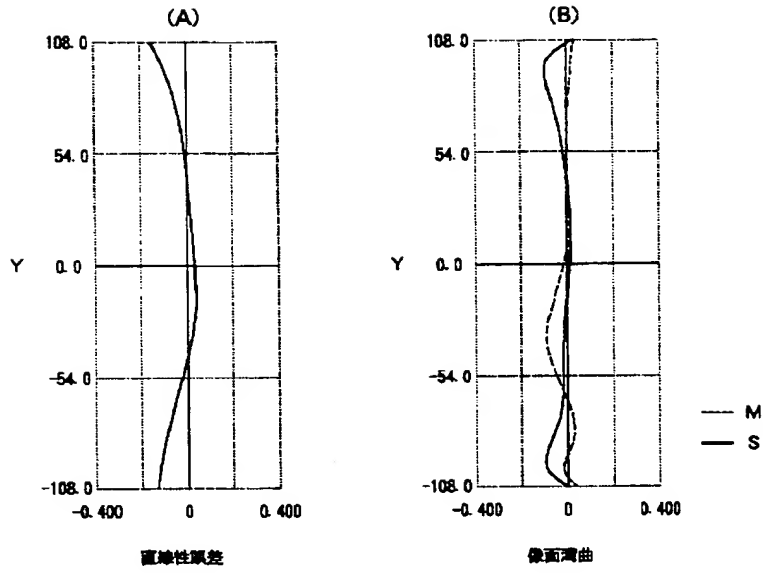
【図2】



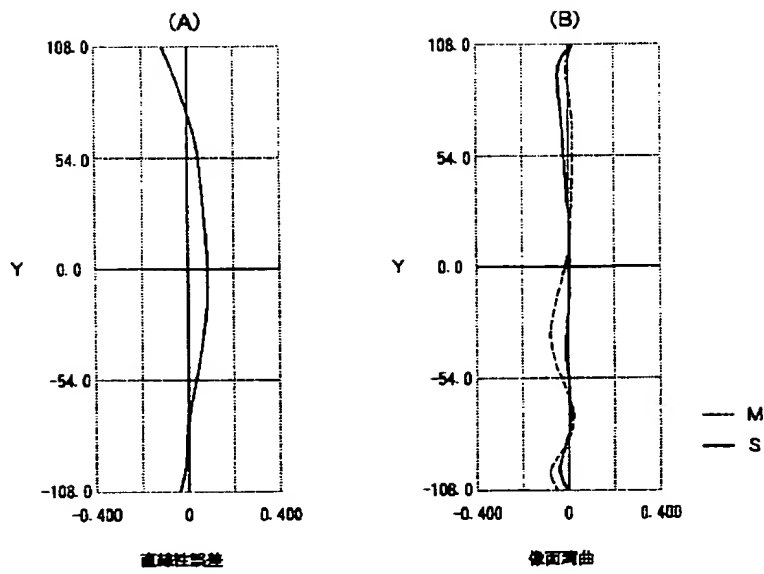
(7)

特開平9-184976

【図3】



【図4】



【図5】

